

Incline controller for engineering vehicles**Publication number:** CN1206687 (A)**Publication date:** 1999-02-03**Inventor(s):** KAZUO ISHIKAWA [JP]**Applicant(s):** TOYODA AUTOMATIC LOOM WORKS [JP]**Classification:**

- **international:** B60G17/005; B60G9/02; B60G17/015; B66F9/22; B66F9/24;
B60G17/005; B60G9/00; B60G17/015; B66F9/20; B66F9/24;
(IPC1-7): B66F9/075

- **European:** B60G9/02; B60G17/015

Application number: CN19981008263 19980417**Priority number(s):** JP19970161507 19970618**Also published as:** CN1099372 (C) EP0885756 (A1) US6047229 (A) TW436435 (B) JP11005419 (A)[more >>](#)

Abstract not available for CN 1206687 (A)

Abstract of corresponding document: EP 0885756 (A1)

An industrial vehicle including a frame, an axle (10) pivotally mounted on the frame, a restriction mechanism (13) for restricting the pivotal movement of the axle (10), a pair of vehicle wheels (11) rotatably supported on the axle (10), and a steering mechanism having a steering wheel (12) for steering the vehicle wheels (11) in accordance with rotation of the steering wheel (12). A first detecting device (23) detects an angular position of the steering wheel (12). The angular position represents a steering amount of the steering wheel. A second detecting device (21) detects a wheel angle. The wheel angle is the angle between a plane perpendicular to a rotation axis of the vehicle wheel and a line representing straight running of the vehicle. A third detecting device detects a yaw rate of the vehicle. A fourth detecting device detects a vehicle speed. A calculating mechanism (28) calculates a plurality of variables based on the detected angular position of the steering wheel (12), wheel angle, yaw rate and vehicle speed. The variables include lateral acceleration, yaw rate changing rate, and lateral acceleration changing rate. A control mechanism controls the restriction mechanism to restrict the pivotal motion of the axle (10) when one of the variables exceeds a predetermined reference value.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

权 利 要 求 书

1. 一种用于搬运所装置荷重的工程车辆，包括：
 - 一车架；
 - 5 一转动地安装于该车架上的车轴；
 - 一用于限制车轴的转动的限制机构；
 - 一对可转动地支承于车轴上的车轮；
 - 一转向机构，它具有一转向盘，用于根据转向盘的转动来操作车轮；
- 10 一第一检测装置，用于检测转向盘的角位置，该角位置代表转向盘的转动量；
- 一第二检测装置，用于检测车轮角，其中车轮角为垂直于车轮转动轴线的一平面与表示车辆直线行驶方向的一直线之间的角度；
- 一第三检测装置，用于检测车辆的摇摆率；
- 15 一第四检测装置，用于检测车速；
- 计算装置，用于根据所检测到的转向盘的角位置、车轮角、摇摆率和车速计算若干变量，这些变量包括横向加速度、摇摆率变化率和横向加速度变化率；以及
- 控制装置，用于当所述变量之一超过预定的一基准值时控制限制机构来限制车轴的转动。
- 20 2. 如权利要求1所述的工程车辆，其特征是所述变量包括横向加速度和摇摆率变化率。
3. 如权利要求1所述的工程车辆，其特征是所述变量包括横向加速度和横向加速度变化率。
- 25 4. 如权利要求1所述的工程车辆，它还包括：
 - 判断装置，用于根据所检测到的角位置和车轮角来判断是否根据转向盘的角位置改变车轮角；
 - 其中控制装置根据判断装置的判断来确定第二检测装置是否失灵，当控制装置的判断表示检测装置失灵时，控制装置致动限制机构。

5. 如权利要求1所述的工程车辆，其特征是转向机构包括与转向盘整体地转动的一转向轴，第一检测装置设置在转向轴上，并且包括具有若干缝隙的一圆盘和若干光敏耦合器，用于检测通过所述缝隙的光束。

6. 如权利要求1所述的工程车辆，其特征是限制机构包括：

5 将车轴连接到车架上的一油缸，该油缸通过在油压作用下的伸张与收缩允许车轴转动；

用于向油缸供油的一管路；

连接到管路以有选择地打开和关闭该管路的一控制阀；和

10 用于控制所述控制阀的一控制装置，其中当管路打开时允许从管路向油缸供油，而当管路关闭时，停止供油。

7. 如权利要求1所述的工程车辆，其特征是转向机构包括一对主销，车轮通过相应的主销连接到车轴上，第二检测装置安装在主销之一上。

8. 如权利要求1所述的工程车辆，其特征是所述车轮为后轮。

15 9. 一种用于搬运装载其上重荷的工程车辆，包括：

一车架；

一转动地安装于该车架上的一后轴；

一用于限制后轴的转动的限制机构；

一对可转动地支承于后轴上的后轮；

20 一转向机构，它具有一转向盘，用于根据转向盘的转动来操作后轮；

一第一检测装置，用于检测转向盘的角位置，该角位置代表转向盘的转动量；

25 一第二检测装置，用于检测车轮角，其中车轮角为垂直于车轮转动轴线的一平面与表示车辆直线行驶方向的一直线之间的角度；

一第三检测装置，用于检测车辆的摇摆率；

一第四检测装置，用于检测车速；

计算装置，用于根据所检测到的转向盘的角位置、车轮角、摇摆率和车速计算若干变量，这些变量包括横向加速度、摇摆率变化率和横向加速度变化率；以及

5. 控制装置，用于当所述变量之一超过预定的一基准值时控制限制机构来限制后轴的转动。

10. 如权利要求9所述的工程车辆，其特征是所述变量包括横向加速度和摇摆率变化率。

11. 如权利要求9所述的工程车辆，其特征是所述变量包括横向加速度和横向加速度变化率。

12. 如权利要求9所述的工程车辆，它还包括：

判断装置，用于根据所检测到的角位置和车轮角来判断是否根据转向盘的角位置改变车轮角；

其中控制装置根据判断装置的判断来确定第二检测装置是否失灵，当控制装置的判断表示检测装置失灵时，控制装置致动限制机构。

15. 13. 如权利要求9所述的工程车辆，其特征是转向机构包括与转向盘整体地转动的一转向轴，第一检测装置设置在转向轴上，并且包括具有若干缝隙的一圆盘和若干光敏耦合器，用于检测通过所述缝隙的光束。

14. 如权利要求9所述的工程车辆，其特征是限制机构包括：

将后轴连接到车架上的一油缸，该油缸通过在油压作用下的伸张与收缩允许后轴转动；

用于向油缸供油的一管路；

连接到管路以有选择地打开和关闭该管路的一控制阀；和

用于控制所述控制阀的一控制装置，其中当管路打开时允许从管路向油缸供油，而当管路关闭时，停止供油。

25. 15. 如权利要求9所述的工程车辆，其特征是转向机构包括一对主销，后轮通过相应的主销连接到车轴上，第二检测装置安装在主销之上。

16. 如权利要求9所述的工程车辆，其特征是所述工程车辆为叉车。

说 明 书

工程车辆的倾斜控制装置

5 本发明涉及工程车辆的倾斜控制装置，尤其是涉及用于锁止一车轴的工程车辆倾斜控制装置，该车轴可相对于车身随着路面条件而倾斜。

在现有技术中，叉车采用可相对于车身倾斜的后轴以稳定叉车的行驶。但是，当叉车转向而产生离心力时，可倾斜的车轴会引起车身过大的倾斜。从而降低了车辆稳定性。

10 为此，日本未审的专利申请No. 58-211903描述了一种叉车，它具有一用于检测离心力的检测器。当检测到作用在车辆上的离心力超过一预定值，可倾斜的车轴被锁止。当叉车转向时，车轴的锁止可使得车身的倾斜最小并稳定叉车的（驾驶）操作。

15 日本未审专利申请No. 58-167215描述了一种叉车，其具有用于检测车叉的车叉上承载的物体重量的一重量检测器和检测车叉的垂直高度的一高度检测器。当车叉上承载的物体重量超过一预定值并且叉车位于一预定位置以上时，倾斜的车轴被锁止。

但是，在这两种类型的叉车中，任一检测器的失灵都会妨碍车轴的锁止。这将影响车辆的稳定操作。

20 因此，本发明的一目的是提供一种工程车辆倾斜控制装置，不管检测器失灵与否、其也可稳定操作，其中检测器用来确定是否锁止车轴。

为到达上述目的，本发明提供一种用于运送一负荷物的工程车辆。该工程车辆包括一车架、一转动地安装在车架上的车轴，一用于限制车轴的转动量的限制机构、一对可旋转地支承在车轴上的车轮、和一转向机构，该转向机构具有一转向盘，其用于根据转向盘的转动来操作车轮。一第一检测装置检测转向盘的角位置。该角位置代表转向盘的转动量。一第二检测装置检测车轮角。该车轮角是在垂直于车轮轴线的一平面与表示车辆直线行驶方向的一线之间的角度。一第三检测装置检测车辆的摇摆率。一第四检测装置检测车速。一计算装置根据检测到的转向盘的

角位置、车轮角、摇摆率和车速来计算若干变量。这些变量包括横向加速度、摇摆率的变化率和横向加速度的变化率。当所述变量之一超过一预定的参考值时，一控制装置控制限制机构来限制车轴的转动。

通过结合附图对本发明以实施例的方式的下列描述，本发明的其它方面和优点将更加清楚。

本发明的被认为是新颖的特征特别地记载在权利要求书中。通过结合附图对本发明优选实施例的下列描述，可更好地理解本发明及其目的和优点。其中：

图1为表示本发明的一倾斜控制装置的第一实施例的示意图；
10 图2为图1所示装置的车轴锁止机构的示意图；
图3为采用图1所示装置的一叉车的侧视图；
图4为图3所示叉车的平面图；
图5为图1所示装置的电子结构框图；
图6为用来描述根据车轮角检测到的电压的示意图；
15 图7为表示操作角 θ (车轮角 θ) 与转向半径的倒数 $1/r$ 之间关系的曲线图；
图8为表示在叉车操作过程中横向加速度的波动与摇摆率变化率的曲线图；
图9为倾斜控制程序的流程图；
20 图10为接续图9的倾斜控制程序的流程图；
图11为线路断路/短路测试程序的流程图；
图12为一掉落测试程序的流程图；
图13为短路测试程序的流程图；
图14为在本发明另一实施例中采用的倾斜控制程序的流程图；
25 图15为接续图14的摇摆控制程序的流程图；
图16为本发明再一实施例中采用的摇摆控制程序的流程图；
图17为接续图16的摇摆控制的流程图。
现参照图1-12描述本发明的第一实施例。

图1和3表示了一工程车辆或者叉车1，它具有两个前驱动轮7和两个后转向轮11。左右前轮7由一差速齿轮8(示于图1)和一变速箱(未示出)连接到一发动机9(示于图3)。这样，前轮7由发动机9驱动。

如图1和2所示，叉车1具有一车架1a。一后轴10经后轮11之间的车架1a的下后部分横向延伸。后轴10绕一中央销10a转动地支承，以允许后轴10相对于车架1a倾斜。一主销20支承每一后轮11，以使后轮11相对于后轴10转动。后轮11由一转向机构(未示出)操作。转向机构包括一转向缸并且布置在后轴10上。后轮11与后轴10整体地绕中央销10a转动。操作一转向盘或者转向手轮12来致动转向缸并且通过主销20来使后轮11转向。

一液压阻尼器13将车架1a连接到后轴10上。阻尼器13为一多动液压缸，它包括一壳体13a、一活塞13b和一活塞杆13c。壳体13a连接到车架1a上；而活塞杆13c从活塞13b上伸出而连接到后轴10上。

阻尼器13内限定一第一油腔R1和一第二油腔R2，它们由活塞13b分隔。一电磁开关阀14经第一通道P1连接到第一油腔R1和经第二通道P2连接到第二油腔R2。电磁开关阀14具有两个口并且通常关闭。这样，当消磁时，该开关阀14关闭。开关阀14还包括具有一限制部位15和一流通部位16的滑阀。

电磁开关阀14的滑阀位于图2的一关闭位置。在该状态下禁止液压油流入和流出油腔R1、R2。这样，开关阀14锁止阻尼器13和阻止后轴相对于车架1a倾斜。当滑阀从图2所示状态移动到一连通位置时，允许液压油流入和流出油腔R1、R2。这样，开关阀14解锁阻尼器13并且允许后轴10相对于车架1a倾斜。一节流阀19布置在第二通道P2内。阻尼器13和电磁开关阀14构成一车轴限制机构。

如图1和2所示，一车轮角传感器21设置在一个主销20上，以检测后轮11的转向角度或者相应于主销20的转动量的车轮角 θ 。诸如电位计的一种装置可以用作车轮角传感器21。如图1所示，一车速传感器22设置在差速齿轮8上，以根据差速齿轮8的转动来检测速度或者叉车1的速度V。

转向手轮12安装在一转向轴12a上。一转动译码器23设置在转向轴12a上，以检测转向手轮12的角位置或者手轮角度 $H\theta$ 。转动译码器23包括一转盘24和多组光敏耦合器。转盘和光敏耦合器整体地转动。转盘24具有均匀分布的槽24a，它们沿圆周设置。光敏耦合器检测通过槽24a的光。转动译码器23用作一手轮角传感器25。手轮角传感器25根据由光晶体管检测到的手轮的转动输出数字信号h。转动译码器23可用来补偿转向手轮12的转动角与后轮11所需的转向角度之间的差。在该实施例中，转动译码器23用来判定装置的失灵。

如图1所示，叉车1包括一控制器28。控制器28连接到一摇摆率回转仪45上，该回转仪用来检测叉车1的摇摆率 ω 。回转仪45设置在车架1a的后上表面上，如图4所示。

控制器28也电连接到电磁开关阀14的电磁线圈14a和传感器21、22、25、45上。

下面结合附图5描述叉车1的电子结构。

控制器28包括一微计算机29、模拟-数字(A/D)转换器30、31、46和一驱动电路33，该驱动电路用来控制电磁线圈14a。微计算机29包括第一、第二和第三判断值检测器。控制器28还包括一中央处理单元(CPU)34、一只读存贮器(ROM)35、一随机存取存贮器(RAM)36、一时钟电路37、一转向计数器38、出错计数器38、40、43、一输入接口41和一输出接口42。

由车轮角传感器21检测到的车轮角度 θ 通过A/D转换器30输送到CPU 34。由车速传感器22检测到的车速V通过A/D转换器31输送到CPU 34。由传感器45检测到的摇摆率 ω 通过A/D转换器46输送到CPU 34。数字信号h从手轮角传感器25输送到CPU 34。CPU 34向驱动电路33输出指令信号来励磁和消磁电磁线圈34a。更具体地，当CPU 34输送一解锁信号将滑阀移动到连通位置时，电磁开关阀14被励磁。当CPU 34输送一锁止信号将滑阀移动到关闭位置时，电磁开关阀14被消磁。

诸如图9、10所示的倾斜控制程序和图11、12所示的传感器测试程序中的各种数据贮存在ROM 35中。倾斜控制是指当行驶的叉车不稳定时

将后轴10锁止以抑制车身横向倾斜的控制。倾斜控制是根据叉车1的行驶状态和叉车1所承载的物体的状态来进行的。

当执行倾斜控制时，周期地检测各种判断值（变量）、以确定是否锁止后轴10。

5 判断值（变量）包括离心加速度（横向加速度）参数Gc和Gs，当叉车1转向时，这些加速度作用于叉车上。横向加速度Gc是从车速和转向半径获得，而横向加速度Gs是从车速和摇摆率获得。下面将更详细地描述横向加速度Gs。

10 判断值还包括估计的摇摆率 ψ （转向时产生的角速度）相对于时间的变化率Y，或者估计的摇摆率变化率。

判断值的另一参数是实际摇摆率 ω （转向时产生的角速度）相对于时间的变化率Ys。

当周期地检测的判断值Gc、Gs、Y、Ys之任一分别等于或大于基准值g₀、g₁、y₀、y₁时，后轴10被锁止。

15 基准值g₀、g₁、y₀、y₁是通过试验或者理论计算得出，它们代表后轴10应当被锁止以稳定车辆的行驶时相应的值。

时钟电路37向CPU 34输送时钟信号。CPU 34每隔预定的时间间隔（例如10ms）执行倾斜控制程序和传感器测试程序。传感器测试程序的每次执行中，都执行预定次数的摇摆控制程序。

20 转向计数器38对计数值H进行计数，其相当于手轮角H θ 。计数值H由两种类型的数字信号检测手轮转动方向，该值H由手轮角传感器25输送至CPU 34中，并且其彼此偏移相位周长四分之一的差值。当转向手轮12向左转时，随着每次检测到数字信号h的一边缘值（edge），计数值H递减。当转向手轮12向右转时，随着每次检测到数字信号h的一边缘值（edge），计数值H递增。

当执行传感器测试程序（图11和12）时，使用三个出错计数器39、40、43。出错计数器39、40、43分别表示计数值C_{k1}、C_{k2}、C_{k3}。每次当满足表示车轮角传感器21或手轮角传感器25失灵的状态时，每一计数器39、40、43递增相应的计数值C_{k1}、C_{k2}、C_{k3}，直到最大值10。每次当满足

表示传感器21、22正常功能的状态时，计数值 C_{k1} 、 C_{k2} 、 C_{k3} 递减，直到最小值0。最大和最小计数值不限于上述值，可任意改变。

图6表示由车轮角传感器21检测到的车轮角（电压） θ 。当车轮角传感器21正常工作时，输入值 θ 位于范围 $\theta_{min} \leq \theta \leq \theta_{max}$ 内。因此，
5 如果输入值 θ 小于最小值 θ_{min} ，车轮角传感器21被判定为由于电线损坏而失灵。如果输入值 θ 大于最大值 θ_{max} ，则车轮角传感器21被判定为由于短路而失灵。在图6中，字母E表示电源电压。

当车轮角传感器21从主销20上掉落时，即使操作转向手轮12，车轮角 θ 也不会改变。在RAM 36中贮存有许多在先的车轮角数据 θ 和手轮角数据 $H\theta$ 。如果车轮角速度 $\Delta\theta/\Delta T (= |\theta - \theta_1|/\Delta T)$ 为0，则车轮角传感器21被判定为已经从相应的主销20上掉落，此时虽然转向手轮角速度 $\Delta H\theta/\Delta T (= |H\theta - H\theta_1|/\Delta T)$ 为正。换言之，如果满足掉落的条件（ $\Delta H\theta/\Delta T > 0$ 和 $\Delta\theta/\Delta T = 0$ ），则车轮角传感器21被判定为失灵。 θ_1 和 $H\theta_1$ 的值表示由预定的时间较早采用的数据。

15 如果车轮角传感器21正常工作，车轮角 θ 和车速V用来计算横向加速度 G_c 和估计的摇摆率变化率Y。如果车轮角传感器21失灵，手轮角 $H\theta$ 和车速V用来计算横向加速度 G_c 和估计的摇摆率变化率Y。换言之，横向加速度 G_c 和估计的摇摆率变化率Y是采用转向手轮角 $H\theta$ 代替车轮角 θ 来计算的，如图9和10的流程图所示。

20 ROM 35贮存一图表，其代表从车轮角 θ （手轮角 $H\theta$ ）获得车辆转向半径倒数 $1/r$ 时的值。估计的横向加速度 G_c 是从下列公式(1)使用转向半径的倒数 $1/r$ 所获得的，其中倒数 $1/r$ 是从车轮角 θ （手轮角 $H\theta$ ）确定的：

$$G_c = v^2/r \quad \dots (1)$$

25 估计的摇摆率变化率Y是从下列公式(2)获得的：

$$Y = v \cdot \Delta(1/r) / \Delta T \quad \dots (2)$$

在上述公式中， $\Delta(1/r)$ 表示每一预定时间 ΔT （例如10ms）中转向半径的倒数 $1/r$ 的变化量。在RAM 36中贮存有许多在先的车轮角数据 θ 和手轮角数据 $H\theta$ 。变化量 $\Delta(1/r) (= |1/r - 1/r_1|)$ 是通过转向半径的倒数

1/r₁来计算的，该倒数1/r₁是由车轮角数据θ（手轮角数据Hθ）来确定的，其中车轮角数据θ（手轮角数据Hθ）是由预定的时间ΔT较早采用的。在该实施例中，当车辆向左转时，转向半径的倒数1/r为负；而当其向右转时则为正。

5 摆摆率ω表示为ω=V/r。这样，假定的摆率变化率Y(=Δω/ΔT)相应于该公式的时间导数并且由下列公式表示：

$$Y=V \cdot \Delta(1/r) / \Delta T + \Delta V / \Delta T \cdot (1/r) \quad \dots (3)$$

当叉车1转向时，如果车速V基本不变则可忽略公式(3)中第二项(ΔV/ΔT=0)。在该实施例中，公式(3)的近似公式为公式(2)，用来获得10估计的摆率变化率Y。

一旦后轴10被锁止，则仅仅当判断值低于锁止值一预定值时，后轴10才被解锁。这就防止当估计的摆率变化率Y到达基准值y₀时频繁地锁止和解锁。在下述实施例中，后轴10以同样的方式锁止。

15 在图9和10所示的流程图中，进行步骤S10、S40、S50、S60来检测第一和第二判断值。进行步骤S10、S70来检测第三检测值。进行步骤S10、S80来检测摆率的变化率。进行步骤S100-S150来限制后轴的倾斜。

在图11-13所示的流程图中，进行步骤S210-S280和步骤S310-S400来根据车轮角检测失灵情况。也进行步骤S510-S580来根据手轮角检测失灵情况。

20 下面结合附图9-13来描述倾斜控制程序和传感器测试程序。当点火开关转至打开的位置时，CPU 34接收来自相应传感器21、22、25、45的检测信号θ、V、h、ω_s。CPU 34每隔预定时间（例如10ms）执行倾斜控制程序，并且对倾斜控制执行的每预定次数执行传感器测试程序。转向计数器38根据手轮角Hθ对计数值H进行计数。

25 下面描述传感器测试程序。

首先结合附图11描述车轮角传感器21的电线断路/短路电路测试。在步骤S210，CPU 34读取车轮角θ。在步骤S220，CPU 34判断是否满足电线断路和短路的条件θ<θ_{min}或θ>θ_{max}。如果车轮角传感器21正常

工作并且车轮角 θ 在范围 $\theta_{\min} \leq \theta \leq \theta_{\max}$ 内，则CPU 34进入步骤S230并且递减出错计数器39的计数值C_{k1}。

如果车轮角传感器21内发生电线断路，则车轮角 θ 满足条件 $\theta < \theta_{\min}$ 。如果车轮角传感器21内发生电线短路，则车轮角 θ 满足条件 $\theta > \theta_{\max}$ 。如果满足任一条件，则CPU 34进入步骤S260并且递增出错计数器39的计数值C_{k1}。

CPU 34从步骤S230进入到步骤S240。当车轮角传感器21正常工作时，在执行传感器测试程序过程中出错计数器39的计数值C_{k1}表示0。如果CPU 34判断出错计数器39的计数值C_{k1}在步骤S240中表示0，则CPU 34进入到步骤S250并且对第一失灵标志F1清零。如果计数值C_{k1}大于0，则CPU 34终断测试程序。

CPU 34从步骤S260进入到步骤S270。如果计数值C_{k1}保持在10以下，则CPU 34判断车轮角传感器34正常工作并且终断测试程序。当计数值到达10时，CPU 34进入到步骤280并且将第一失灵标志置为1。这表示车轮角传感器21失灵。

例如，如果对应于车轮角 θ 的电压例如在发动机起动过程中暂时不稳，就可能暂时满足一较短时间的失灵指示条件 $\theta < \theta_{\min}$ 或 $\theta > \theta_{\max}$ 。在该情况下，计数值C_{k1}不会到达10并且第一失灵标志F1也不会设置为1。但是，当车轮角传感器21发生电线断路或短路时，计数值C_{k1}就到达10并且CPU 34将第一失灵标志F1设置为1。

下面结合附图12描述车轮角传感器21的掉落测试程序。在步骤S310，CPU 34读取车轮角 θ 、 θ_1 和手轮角 $H\theta$ 、 $H\theta_1$ 。在步骤S320，CPU 34计算轮速 $\Delta\theta / \Delta T = |\theta - \theta_1| / \Delta T$ 。在步骤S330，CPU 34计算手轮角速度 $\Delta H\theta / \Delta T = |H\theta - H\theta_1| / \Delta T$ 。

在步骤S340，CPU 34判断是否满足车轮角传感器21掉落状态的条件。相应于车轮角速度的掉落条件是 $\Delta\theta / \Delta T = 0$ ；而相应于手轮角速度的掉落条件是 $\Delta H\theta / \Delta T > 0$ 。换言之，CPU 34判断车轮角速度是否根据手轮角速度适当地变化。当车轮角传感器21正常工作时，如果满足相应于手轮角速度的条件 $\Delta H\theta / \Delta T > 0$ ，则总是满足相应于车轮角速

度的条件 $\Delta \theta / \Delta T > 0$ 。在该情况下，不满足掉落条件。因此，CPU 34 进入步骤 S350 并且递减出错计数器 40 的计数值 C_{k2} 。

如果车轮角传感器21从主销20处掉落，则当转动相应的后轮11时主销20的转动不会传递给车轮角传感器21的输入轴。这就导致由车轮角传感器21检测到的车轮角 θ 保持不变。在该情况下，车轮角速度不会相应于手轮角速度。因此，CPU 34进入步骤S380并且递增出错计数器40的计数值C_{k2}。

在步骤S390, 如果计数值 C_{k2} 低于10, 则CPU 34终断测试程序。当计数值 C_{k2} 到达10时, CPU 34进入步骤S400并且将第一失灵标志F1置为1, 以表示车轮角传感器21已从主销20上掉落下来。

如果车轮角传感器21正常工作，出错计数器40的计数值C_{k2}表示0。在该情况下，CPU 34从步骤S360进入步骤S370并且将第一失灵标志F1清零，以表示车轮角传感器21为正常工作。

例如,如果车轮角传感器21在正常工作但后轴11的运动相对于手轮操作发生延迟,就会满足条件 $\Delta H\theta / \Delta T > 0$ 和 $\Delta \theta / \Delta T = 0$ 。但是,由于该状态是暂时的,计数值 C_{k2} 不会到达10。因此,第一失灵标志F1保持设置为0。如果车轮角传感器21从主销20上掉落,计数值 C_{k2} 到达10并且保持在该值。这样,第一失灵标志F1保持设置为1。

下面结合附图13描述手轮角传感器25的电线断路/短路测试程序。

20 在步骤510, CPU 34读取手轮角H_θ。在步骤S520, CPU 34判断是否满足电线断路和短路的条件H_θ < H_{θ min}和H_θ > H_{θ max}。如果手轮角传感器25在正常工作并且手轮角H_θ 在H_{θ min} < H_θ < H_{θ max}的范围内, CPU 34就进入步骤S530并且递减出错计数器43的计数值C_{k3}。

如果在手轮角传感器25内发生断路，则手轮角H_θ 为满足条件H_θ < H_{θ min}的一值。如果在手轮角传感器25内发生短路，则手轮角H_θ 为满足条件H_θ > H_{θ max}的一值。如果满足任一条件，CPU 34进入步骤S560并且递增出错计数器43的计数值C_{k3}。

CPU 34从步骤S560进入步骤S570。如果计数值C_{k3}低于10，则CPU 34终断程序。如果在步骤S570中CPU 34判断计数值C_{k3}已到达10，则CPU 34进入步骤S580并且将第二失灵标志F2设置为1。

CPU 34从步骤S530进入步骤S540。当手轮角传感器25正常工作时，
5 出错计数器43的计数值C_{k3}表示为0。如果在步骤S540中出错计数器43的计
数值判断为表示0，则CPU 34进入步骤S550并且将第二失灵标志清零。

例如，如果检测到的电压 θ 例如在发动机起动过程中暂时不稳，就
可能暂时满足一较短时间的失灵指示条件 $H\theta < H\theta_{min}$ 或 $H\theta > H\theta_{max}$ 。在
该情况下，计数值C_{k1}不会到达10并且第二失灵标志F2也不会设置为1。但
10 是，当在手轮角传感器25中发生电线断路或短路时，计数值C_{k3}就到达10
并且CPU 34将第二失灵标志F2设置为1。

下面结合附图9和10描述倾斜控制程序。

在步骤S10，CPU 34读取车轮角 θ 、手轮角H θ 、车速V、和摇摆率
15 ω_s 。在步骤S20，CPU 34判断第一失灵标志F1是否设置在1。如果车轮角
传感器21在正常工作并且第一失灵标志F1设置在0，则CPU 34进入到步骤
S40。

假如在车轮角传感器21中发生断路或短路、或者如果车轮角传感器
20 21从主销21上掉落下来并且由此使得第一失灵标志F1设置在1时，CPU 34
就进入步骤S30并且以手轮角H θ 的值来代替车轮角 θ 的值，该值在步骤
S10中被读取。

因此，如果在车轮角传感器21中发生断路或短路、或者如果车轮角
传感器21从主销21上掉落下来并且由此使得第一失灵标志F1设置在1
时，CPU 34就从步骤S40起使用手轮角H θ 作为车轮角 θ 。

如果在车轮角传感器21中没有发生断路或短路、或者如果车轮角传
25 感器21没有从主销21上掉落下来并且第一失灵标志F1设置在0时，CPU 34
就继续使用车轮角 θ 同样的值，该值是在步骤S10中读取，而步骤S10接
续到步骤S40。

为简短起见，从步骤S40起将使用车轮角 θ 来描述各步骤，即使实
际上是使用手轮角H θ 的值来用作车轮角 θ 。

在步骤S40，CPU 34使用贮存在ROM 35中的一图表来由车轮角 θ 获得转向半径的倒数 $1/r$ 。图7为表示手轮角 $H\theta$ (车轮角 θ) 与转向半径倒数 $1/r$ 之间关系的图表。

在步骤S50，由公式(1)使用车速 V 和转向半径倒数 $1/r$ 来计算估计的横向加速度 G_c 。在步骤S60，CPU 34计算摇摆率变化率 Y 。换言之，CPU 34 读取车轮角数据 θ_1 ，其在预定的时间 ΔT 之前从RAM 36的预定储存区域读取。然后CPU 34获得相应于车轮角值 θ_1 的转向半径倒数 $1/r$ 并且使用公式(2)计算估计的摇摆率变化率 Y 。

在步骤S70，从下来公式使用车速 V 和摇摆率 ω_s 来计算横向加速度 G_s ：

$$G_s = V \cdot \omega_s$$

在步骤S80，CPU 34使用摇摆率 ω_s 来计算摇摆率的变化率 Y_s ：

$$Y_s = \Delta \omega_s / \Delta T$$

在步骤S90，CPU 34判断第二失灵标志 F_2 是否设置在1。如果手轮角传感器25在正常工作并且第二失灵标志 F_2 设置在0，则CPU 34进入到步骤S100。

在步骤S100，CPU 34判断估计的摇摆率变化率 Y 是否等于或大于基准值 Y_0 。如果满足 $Y \geq Y_0$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并且产生一锁止指令。更具体地，CPU 34向电磁开关阀14输送一锁止信号来将滑阀移动到其关闭位置。如果满足 $Y < Y_0$ 的条件，则CPU 34进入到步骤S110。

在步骤S110，CPU 34判断估计的横向加速度 G_c 是否等于或大于相应的基准值 g_0 。如果满足 $G_c \geq g_0$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并且产生一锁止指令。更具体地，CPU 34向电磁开关阀14输送一锁止信号来将滑阀移动到其关闭位置。如果满足 $G_c < g_0$ 的条件，则CPU 34进入到步骤S120。

在步骤S120，CPU 34判断摇摆率变化率 Y_s 是否等于或大于基准值 Y_1 。如果满足 $Y_s < Y_1$ 的条件，则CPU 34进入到步骤S130。

在步骤S130，CPU 34判断估计的横向加速度 G_s 是否等于或大于相应的基准值 g_1 。如果满足 $G_s \geq g_1$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并且产生一锁止指令。更具体地，CPU 34向电磁开关阀14输送一锁止信号来将滑阀

移动到其关闭位置。如果满足 $G_s < g_1$ 的条件，则CPU 34进入到步骤S140并产生一解锁指令。更具体地，CPU 34向电磁开关阀14输送一解锁信号来将滑阀移动到其连通位置。

因此，当摇摆率变化率Y、 Y_s 和横向加速度 G_c 、 G_s 之任一等于或大于其相应的基准值 y_0 、 g_0 、 y_1 、 g_1 时，电磁开关阀14就会移动到其关闭位置来锁止后轴10。在该实施例中，基准值 y_0 、 y_1 彼此相等。基准值 g_0 、 g_1 也彼此相等。但是，相应的基准值可以彼此不同。

在步骤110，如果满足 $G < g_0$ 的条件，则CPU 34可跳过步骤120、130并且直接进入到步骤S140。

图8为表示当叉车1转向时横向加速度 G_c 、 G_s 与摇摆率变化率Y、 Y_s 之间关系的曲线图。例如，如果叉车1直线行驶并且然后向左转，则摇摆率的变化率Y、 Y_s 就超过相应的基准值 y_0 、 y_1 并且在较早阶段锁止后轴10。当车轮角 θ （手轮角 $H\theta$ ）为常量时，摇摆率的变化率Y、 Y_s 就会小于相应的基准值 y_0 、 y_1 。但是，此时横向加速度 G_c 、 G_s 等于或大于相应的基准值 g_0 、 g_1 。因此，在叉车1转向时后轴10保持锁止。

当叉车1左转后又向右转时，横向加速度随着其方向从左向右转而暂时低于相应的基准值 g_0 、 g_1 。但在该阶段过程中摇摆率变化率Y、 Y_s 等于或大于相应的基准值 y_0 、 y_1 。因此，当叉车1连续向相反方向转向时，后轴10保持锁止。在图8中，为简短起见，所示的基准值 g_0 、 g_1 、 y_0 、 y_1 为相等的值。但是，这些值不必彼此相等。

如果在步骤S90中，手轮角传感器25失灵并且第二失灵标志F2设置在1，则CPU 34进入步骤S120。CPU 34判断是否根据摇摆率的变化率 Y_s 和横向加速度 G_s 产生一锁止指令，其中摇摆率变化率 Y_s 与横向加速度 G_s 是在步骤S120和S130中由摇摆率 ω_s 来计算的。

更具体地，在步骤S120，CPU 34判断摇摆率变化率 Y_s 是否等于或大于相应的基准值 y_1 。如果满足 $Y_s \geq y_1$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并且产生一锁止指令。如果在步骤S120中满足 $Y_s < y_1$ 的条件，则CPU 34进入步骤S130。

在步骤S130, CPU 34判断横向加速度值Gs是否等于或大于相应的基准值 g_1 。如果满足 $Gs \geq g_1$ 的条件, 则CPU 34进入到步骤S150并产生一锁止指令。如果满足 $Gs < g_1$ 的条件, 则CPU 34进入到步骤S140并且产生一解锁指令。

5 下面描述该实施例所获得的优点:

(a) 当车轮角传感器21和手轮角传感器25正常工作时, CPU 34获得由车轮角传感器21检测到的车轮角 θ 。CPU 34还根据由回转仪45检测到的摇摆率 ω_s 来计算摇摆率变化率Y、 Y_s 和横向加速度 G_c 、 G_s 。当摇摆率变化率Y、 Y_s 和横向加速度 G_c 、 G_s 之任一等于或大于相应的基准值 y_0 、 y_1 、
10 g_0 、 g_1 时, CPU 34就锁止后轴限制机构, 其包括阻尼器13和电磁开关阀14。因此, 当转向时可保证叉车1的稳定。

(b) 当车轮角传感器21失灵但手轮角传感器25在正常工作时, CPU 34根据由手轮角传感器25检测到的手轮角 $H\theta$ 和由回转仪45检测到的摇摆率 ω_s 来计算摇摆率变化率Y、 Y_s 和横向加速度 G_c 、 G_s , 其中回转仪45是一种摇摆率传感器。当摇摆率变化率Y、 Y_s 和横向加速度 G_c 、 G_s 之任一等于或大于相应的基准值 y_0 、 y_1 、 g_0 、 g_1 时, CPU 34就锁止后轴限制机构, 其包括阻尼器13和电磁开关阀14。因此, 当转向时, 虽然车轮角传感器21失灵, 也可保证叉车1的稳定。

(c) 即使当车轮角传感器21和手轮角传感器25两者都失灵时, CPU 34根据由回转仪45检测到的摇摆率 ω_s 来计算摇摆率的变化率 Y_s 和横向加速度 G_s 。当摇摆率变化率 Y_s 和横向加速度 G_s 之任一等于或大于相应的基准值 y_1 、 g_1 时, CPU 34就锁止后轴限制机构, 包括阻尼器13和电磁开关阀14。因此, 当转向时, 尽管车轮角传感器21和手轮角传感器25两者都失灵, 也可保证叉车1的稳定。

(d) 手轮角传感器25用来测试车轮角传感器21, 其中手轮角传感器25检测与车轮角 θ 同步变化的手轮角 $H\theta$ 。此外, CPU 34通过判断手轮角速度 $\Delta H\theta / \Delta T$ 与车轮角速度 $\Delta \theta / \Delta T$ 之间的关系是否满足 $\Delta H\theta / \Delta T > 0$ 和 $\Delta \theta / \Delta T = 0$ 来判定失灵。因此, 如果车轮角传感器21从主销21上掉落, 就可保证获得车轮角传感器21失落的状态。

(e) CPU 34监测相应于由车轮角传感器21检测的车轮角 θ 的电压，并且判断该电压是否在表示车轮角传感器21正常工作的一范围内。这可找出车轮角传感器21内产生的电线断路和短路。

5 (f) 当车轮角传感器21失灵时，手轮角 $H\theta$ 用作车轮角。因此，当车轮角传感器21失灵时，CPU 34执行与车轮角传感器21正常工作时基本相同的控制。

10 (g) CPU 34监测相应于由手轮角传感器25检测的手轮角 $H\theta$ 的电压，并且判断该电压是否在表示手轮角传感器25正常工作的一范围内。这可找出手轮角传感器25内产生的电线断路和短路。

15 (h) 当摇摆率变化率 Y 、 Y_s 等于或大于相应的基准值 y_0 、 y_1 时，CPU 34 也可锁止后轴10。当叉车1的驾驶员开始转动转向手轮时，这可容易锁止后轴10。此外，当叉车1从一个方向连续向另一方向转向时，可防止锁止后轴10。因此，当转向时，叉车1总是稳定的。

20 (i) 当测试摇摆控制传感器时，使用手轮角传感器25，其原本是用于其它目的的。当车轮角传感器21失灵时，手轮角传感器25也用来代替车轮角传感器21。以同样的传感器来充当不同目的将有利于生产成本。

下面结合附图14和15来描述本发明的第二实施例。在该实施例中，与第一实施例类似或等同的元件采用相同的参考标记。

25 第二实施例中执行的传感器测试程序与第一实施例中执行的相同。

在第二实施例中，车轮角 θ 和手轮角 $H\theta$ 用来获得估计的摇摆率变化率和横向加速度。车轮角 θ 用来获得转向半径 r 、横向加速度 G_c 、和估计的摇摆率变化率 Y 。手轮角 $H\theta$ 用来获得转向半径 r_h 、横向加速度 G_{ch} 、和估计的摇摆率变化率 Y_h 。

25 在图14和15所示的流程图中，执行步骤S10、S40A、S50来检测第一判断值。执行步骤S10、S40A、S50A来检测第二判断值。

执行步骤S10、S70来检测第三判断值。执行步骤S10、S80来检测摇摆率变化率。执行步骤S100-S150来将后轴锁止至车体。ROM 35储存用来根据车轮角 θ 获得转向半径倒数 $1/r$ 和根据手轮角 $H\theta$ 获得转向半径倒数

1/rh的图表。相应于车轮角 θ 的转向半径倒数 $1/r$ 用来计算估计的横向加速度 G_c 。相应于手轮角 $H\theta$ 的转向半径倒数 $1/rh$ 用来计算估计的横向加速度 G_{ch} 。

下面描述图14和15所示的倾斜控制程序的流程图。该流程图区别于
5 图9和10所示第一实施例的相应流程图在于删去了步骤20和30。步骤40
由步骤40A替代。在步骤50与60之间插入步骤50A。在步骤60与70之间插
入步骤60A。在步骤80与90之间插入步骤90A。在步骤110与120之间插入
步骤110A和110B。其它步骤与图9和10所示的倾斜控制程序流程图中执行
的相应步骤相同。

10 当进入倾斜控制程序时，CPU 34首先执行步骤S10。然后CPU 34进
入步骤S40A并根据储存于ROM 35中的一图表来获得相应于车轮角 θ 的转
向半径倒数 $1/r$ 和相应于手轮角 $H\theta$ 的转向半径倒数 $1/rh$ 。

15 然后CPU 34执行步骤S50并进入步骤S50A。在步骤S50A，CPU 34由
公式(1)计算估计的横向加速度值 G_{ch} 。在步骤S60，CPU 34计算估计的摇
摆率变化率 Y 。在步骤S60A，CPU 34由手轮角 $H\theta$ 计算估计的摇摆率变化
率 Y_h 。

20 在完成步骤S70和S80后，CPU 34进入步骤S90A并判断第一失灵标志
 F_1 是否设置在1。如果车轮角传感器21正常工作并且第一失灵标志设置为
0，CPU 34进入步骤S90。在步骤S90，如果车轮角传感器21失灵并且第一
失灵标志 F_1 设置为1，CPU 34进入步骤S110A。

在步骤S90，CPU 34判断第二失灵标志 F_2 是否设置在1。如果手轮角
传感器25正常工作并且第二失灵标志 F_2 设置在0，则CPU 34进入步骤
S100。在步骤S90，如果第二失灵标志 F_2 设置在1，则CPU 34进入步骤
S120。

25 在步骤S100，CPU 34判断估计的摇摆率变化率 Y 是否以与第一实施
例相同的方式等于或大于相应的基准值 y_0 。如果满足 $Y \geq y_0$ 的条件，则CPU
34进入步骤S150并产生一锁止指令。如果满足 $Y < y_0$ 的条件，则CPU 34进
入步骤S110。

在步骤S110，CPU 34判断估计的横向加速度Gc是否等于或大于相应的基准值 g_0 。如果满足 $Gc \geq g_0$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并产生一锁止指令。如果满足 $Gc < g_0$ 的条件，则CPU 34进入步骤S110A。

在步骤S110A，CPU 34判断估计的摇摆率变化率Yh是否等于或大于相应的基准值 y_2 。基准值 y_2 可以为任意值并且无需等于基准值 y_0 或 y_1 。如果满足 $Yh \geq y_2$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并产生一指令信号。如果满足 $Yh < y_2$ 的条件，则CPU 34进入步骤S110B。

在步骤S110B，CPU 34判断横向加速度Gch是否等于或大于一基准值 g_2 。基准值 g_2 可以为任意值并且无需等于基准值 g_0 或 g_1 。如果满足 $Gch \geq g_2$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并产生一指令信号。如果满足 $Gch < g_2$ 的条件，则CPU 34进入步骤S120并且以与第一实施例相同的方式执行接续的步骤。在步骤S110，如果满足 $\Delta Gc < g_0$ 的条件，则CPU 34跳过步骤S110A、S110B、S120、S130并直接进入步骤S140。此外，在步骤S110B如果满足 $\Delta Gch < g_2$ 的条件，则CPU 34跳过步骤S120、S130并直接进入步骤S140。

因此，当摇摆率变化率Y、Yh、Ys与横向加速度Gc、Gch、Gs之任一等于或大于相应的基准值 y_0 、 y_2 、 g_0 、 g_2 、 g_1 时，满足锁止后轴的条件。

第二实施例所获得的优点描述如下：

(a) 当车轮角传感器21和手轮角传感器25正常工作时，CPU 34获得由车轮角传感器21检测到的车轮角 θ 和手轮角 $H\theta$ 。CPU 34还根据由回转仪45检测到的摇摆率 ω_s 来计算摇摆率变化率Y、Yh、Ys和横向加速度Gc、Gch、Gs。当摇摆率变化率Y、Yh、Ys和横向加速度Gc、Gch、Gs之任一等于或大于相应的基准值 y_0 、 y_2 、 y_1 、 g_0 、 g_2 、 g_1 时，CPU 34就锁止后轴限制机构，包括阻尼器13和电磁开关阀14。因此，当转向时可保证叉车1的稳定。

(b) 当车轮角传感器21失灵但手轮角传感器25在正常工作时，CPU 34根据由手轮角传感器25检测到的手轮角 $H\theta$ 和由回转仪45检测到的摇摆率 ω_s 来计算摇摆率变化率Yh、Ys和横向加速度Gch、Gs。当摇摆率变化率Yh、Ys和横向加速度Gch、Gs之任一等于或大于相应的基准值 y_2 、 y_1 、

g₂、g₁时，CPU 34就锁止后轴限制机构，包括阻尼器13和电磁开关阀14。因此，当转向时，虽然车轮角传感器21失灵，也可保证叉车1的稳定。

(c) 即使当车轮角传感器21和手轮角传感器25两者都失灵时，CPU 34根据由回转仪45检测到的摇摆率 ω_s 来计算摇摆率的变化率Y_s和横向加速度G_s。当摇摆率变化率Y_s和横向加速度G_s之任一等于或大于相应的基准值y₁、g₁时，CPU 34就锁止后轴限制机构，包括阻尼器13和电磁开关阀14。因此，当转向时，尽管车轮角传感器21和手轮角传感器25两者都失灵，也可保证叉车1的稳定。

(d) 在该实施例中也可获得在段落(d)-(i)所描述过的优点。

下面描述本发明的第三实施例。

在第一实施例中，当CPU 34由公式(2)、即 $Y=V \cdot \Delta(1/r) / \Delta T$ 计算摇摆率变化率Y时，车速V被当成常量。但是，在该实施例中，CPU 34考虑车速V的变化。该第三实施例区别于第一实施例的仅在于计算摇摆率变化率Y的公式。

以与第一实施例相同的方式，第三实施例采用车轮角传感器21、手轮角传感器25和车速传感器22。在该实施例中，用公式(3)代替公式(2)来计算摇摆率变化率Y($=\Delta \omega / \Delta T$)，以反映车速V的变化。

公式(3)再次表示如下：

$$Y=V \cdot \Delta(1/r) / \Delta T + \Delta V / \Delta T \cdot (1/r) \quad \dots (3)$$

ROM 35储存下来公式(3a)来根据公式(3)计算摇摆率变化率：

$$Y=V \cdot |1/r-1/r1| / \Delta T + (1/r) \cdot |V-V1| / \Delta T \quad \dots (3a)$$

在公式(3a)中，V₁、V代表预定时间 $\Delta T (=n \cdot \Delta T_0)$ 前后的车速。此外，1/r₁、1/r为根据图表从车轮角 θ_1 、 θ 获得的转向半径的倒数。在该实施例中，RAM 36储存若干先前的车轮角数据 θ 和车速数据V。

可使用诸如下来公式(4)来代替公式(3)，以计算摇摆率变化率Y。

$$Y=\Delta(V/r) / \Delta T \quad \dots (4)$$

ROM 35储存下来公式(4a)来根据公式(4)计算摇摆率变化率Y。

$$Y=|Y_s-Y_{s1}| / \Delta T \quad (=|Vr-V1/r1| / \Delta T) \quad \dots (4a)$$

在公式(4a)中, Y_{s1} 、 Y_s 表示预定时间 ΔT 前后的摇摆率数据并且也可表示为 $Y_{s1}=V_1/r_1$ 和 $Y_s=V/r$ 。 V_1 、 V 表示预定时间 ΔT 前后的车速, 而 $1/r_1$ 、 $1/r$ 表示预定时间 ΔT 前后的转向半径倒数。CPU 34 在其 RAM 36 中储存若干先前的横向加速度数据 G_c 。当检测到的车速 V 用作变量时, 噪声 5 增大。因此, 在该实施例中, 提供有滤掉噪声的软件来防止噪声的增大。CPU 34 根据 V 、 $1/r$ 目前的数据和 V_1 、 $1/r_1$ 的在预定时间 ΔT 前的数据使用公式(3a)或(4a)来计算摇摆率变化率。

由第三实施例可获得下来优点:

(a) 在该实施例中, 考虑车速相对于时间的变化、使用公式(3)和(4) 10 来获得摇摆率变化率 Y 。因此, 即使例如在加速或减速过程中(例如起动 制动时)车速 V 的变化不能忽略, 也可获得精确的摇摆率变化率 Y 。因此, 尽管车速变化, 当需要时可锁止后轴 10。这就防止了对后轴的不必要的锁止。

15 下面结合附图 16 和 17 描述本发明的第四实施例。该实施例的硬件结构与第一实施例的相同。因此, 在该实施例中类似和对应的元件将采用相同参考标记。

在第四实施例中, 用横向加速度变化率代替摇摆率变化率 Y 来作为判断值。该实施例中执行的传感器测试程序与第一实施例中执行的相同。倾斜控制程序与第一实施例中执行的则不同。

20 在 ROM 35 内储存有各种程序数据。这些数据包括图 16 和 17 所示流程图中的倾斜控制程序。

在该实施例中, 获得横向加速度 G_c (或者在转向时作用于叉车上的离心力) 和横向加速度变化率 η 并将其用作判断值。当横向加速度 G_c 或横向加速度变化率 η 等于或大于相应的基准值时, 后轴 10 被锁止。

25 在图 16 和 17 所示的流程图中, 执行步骤 S10、S40、S50、S60B 来检测第一和第二判断值。执行步骤 S10、S70、S80A 来检测第三判断值。执行步骤 S100A-S150 来控制后轴的倾斜。

ROM 35储存与横向加速度变化率 η 相关的基准值 η_0 。基准值 g_0 、 η_0 是通过试验和理论计算得出并且如此设置：当需要稳定叉车的行驶时，后轴10被锁止。

由下来公式(5)来获得横向加速度对时间的微分 $\Delta G / \Delta T$ ，或者横向加速度变化率 η ：

$$\eta = \Delta G / \Delta T = V^2 \cdot \Delta (1/r) / \Delta T \quad \dots (5)$$

横向加速度变化率 η 是由下来公式(5a)来计算，该公式是对公式(5)的修改，其使用车轮角 θ (或手轮角 $H\theta$)，车速 V 和一图表：

$$\eta = \Delta G / \Delta T = V^2 \cdot |1/r - 1/r_1| / \Delta T \quad \dots (5a)$$

在公式(5a)中， η 表示每预定时间 ΔT (例如10ms) 横向加速度的变化量，而 $1/r$ 和 $1/r_1$ 分别表示在预定时间 ΔT 前后的转向半径倒数。

横向加速度变化率 η 相应于第一实施例所述的公式(1)的时间微分并且由下来公式表示：

$$\eta = V^2 \cdot \Delta (1/r) / \Delta T + (1/r) \cdot 2V \cdot \Delta V / \Delta T \quad \dots (6)$$

在公式(6)中，第二项 $\Delta V / \Delta T$ 表示车速 V 的变化率。在叉车1转向时车速 V 通常被认为是常数。因此，由 $\Delta V / \Delta T$ 表示的值比由 $\Delta (1/r) / \Delta T$ 表示的值要小得多，其表示在第二项中。在该实施例中，忽略公式(6)的第二项并且由公式(5)来获得 η 的值。

ROM 35储存横向加速度变化率 η 的基准值 η_1 。基准值 g_0 、 η_1 是通过试验和理论计算得出并且如此设置：当需要稳定叉车的行驶时，后轴10被锁止。

由下来公式(7)来获得横向加速度对时间的微分 $\Delta G / \Delta T$ ，或者横向加速度变化率 η_s ：

$$\eta_s = \Delta G / \Delta T = V \cdot \Delta \omega / \Delta T \quad \dots (7)$$

在该实施例中， ω_s 与 V 的值用来根据公式(7a)计算横向加速度变化率 η_s ，其中公式(7a)是公式(7)的变换：

$$\eta_s = \Delta G / \Delta T = V \cdot |\omega_s - \omega_1| / \Delta T \quad \dots (7a)$$

在公式(7a)中， η_s 表示每预定时间 ΔT (例如10ms) 横向加速度的变化量，而 ω_s 和 ω_1 分别表示在预定时间 ΔT 前后的角加速度。

下面描述附图16和17的流程。

在该流程中，第一实施例的图8所示流程图的步骤S60改为步骤S60B。步骤S80改为S80A，步骤S100改为S100A，步骤120改为S120A。其它步骤与第一实施例中的相应步骤相同。

当根据图16和17的流程图执行倾斜控制程序时，CPU 34在完成步骤S50后进入步骤S60B。在步骤S60B，CPU 34计算横向加速度变化率 η 。换言之，CPU 34从RAM 36的预定区域读取在预定时间 ΔT 前检测到的车轮角数据 θ_1 。然后CPU 34获得相应于 θ_1 值的转向半径倒数 $1/r_1$ 和由公式(5)获得 η 值。此后，CPU 34进入步骤S70。

在步骤S70，CPU 34计算横向加速度 G_s 。在步骤S80A，CPU 34根据车速 V 和摇摆率变化率 ω_s 由下来公式计算横向加速度变化率 η_s ：

$$\eta_s = V \cdot \Delta \omega_s / \Delta T$$

在步骤S90，CPU 34判断第二失灵标志 F_2 是否设置在1。如果手轮角传感器25在正常工作并且第二失灵标志设置在0，则CPU 34进入步骤S100A。

在步骤S100A，CPU 34判断横向加速度变化率 η 是否等于或大于相应的基准值 η_0 。如果满足 $\eta \geq \eta_0$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并产生一锁止指令。如果满足 $\eta < \eta_0$ 的条件，则CPU 34进入步骤S110。

在步骤S110，CPU 34判断假想的横向加速度 G_c 是否等于或大于基准值 g_0 。如果满足 $G_c \geq g_0$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并产生一锁止指令。如果满足 $G_c < g_0$ 的条件，则CPU 34进入步骤S120A。

在步骤S120A，CPU 34判断横向加速度变化率 η_s 是否等于或大于基准值 η_1 。如果满足 $\eta_s \geq \eta_1$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并产生一锁止指令。如果满足 $\eta_s < \eta_1$ 的条件，则CPU 34进入步骤S130。

在步骤S130，CPU 34判断横向加速度 G_s 是否等于或大于基准值 g_1 。如果满足 $G_s \geq g_1$ 的条件，则CPU 34进入步骤S150并产生一锁止指令。如果满足 $G_s < g_1$ 的条件，则CPU 34进入步骤S140并产生一解锁信号。

当摇摆率变化率 η 、 η_s 和横向加速度 G_c 、 G_s 之任一等于或大于相应的基准值 η_0 、 η_1 、 g_0 、 g_1 时，电磁开关阀 14 转换到关闭位置以锁止后轴 10。

在步骤 S90，如果手轮角传感器 25 失灵并且第二失灵标志 F2 设置在 5，则 CPU 34 进入步骤 S120A。在步骤 S120A 和 S130，CPU 34 判断横向加速度变化率 η 和相应于由回转仪 45 检测到的摇摆率 ω_s 的横向加速度 G_s 是否大于相应的基准值。根据步骤 S120A 和 S130 的结果，CPU 34 判断是否产生一锁止指令或一解锁指令。

因此，如果摇摆率变化率 η 、 η_s 和横向加速度 G_c 、 G_s 之任一等于或 10 大于相应的基准值 η_0 、 η_1 、 g_0 、 g_1 ，就满足后轴锁止的条件。

第四实施例可获得下来优点：

(a) 当在第四实施例中计算横向加速度变化率 η 时，CPU 34 对由车轮角传感器 21 检测到的车轮角 θ 求微分，其中该车轮角 θ 不受叉车振动的影响；和对由手轮角 $H\theta$ 获得的值 $1/r$ 求微分。因此，尽管有噪声放大，15 也可以较高的可靠度估计横向加速度变化率 η 。

(b) 在该实施例中，横向加速度变化率 η 用作一判断值来判断是否锁止后轴。因此，当叉车 1 开始转向时或者叉车 1 从一个方向转向另一方向时，可容易锁止后轴。这就稳定了叉车 1。

对于本领域的技术人员来说，显而易见本发明可具体化为许多其它 20 特定形式而不至于脱离本发明的实质和范围。尤其是，应当理解本发明可具体化为以下的形式：

(1) 由每一传感器检测到的值和由检测到的值计算出的判断值可通过一低通滤波器来消除噪声。

(2) 无需由相应的主销 20 的转动量来检测车轮角 θ 。例如，可由检测一动力转向装置的转向缸内活塞位置的一传感器来检测车轮角 θ 。25

(3) 检测用来计算判断值的值的诸传感器不限于两种类型。例如，可用检测不同内容的三个或多个传感器来获得判断值。

(4) 无需通过完全锁止车轴来限制车轴的倾斜。例如，车轴的倾斜可限制在一小范围内。只要车轴的倾斜被限制在一较窄的范围内，就可获得本发明的优点。

(5) 本发明可用于由电池驱动的叉车。本发明也可用于叉车外的工程车辆。

因此，所介绍的示例和实施例只是示范性的和非限制性的，本发明不局限于此处给出的细节，而可在所附权利要求书的范围与等同区间内作出修改。

说 明 书 附 图

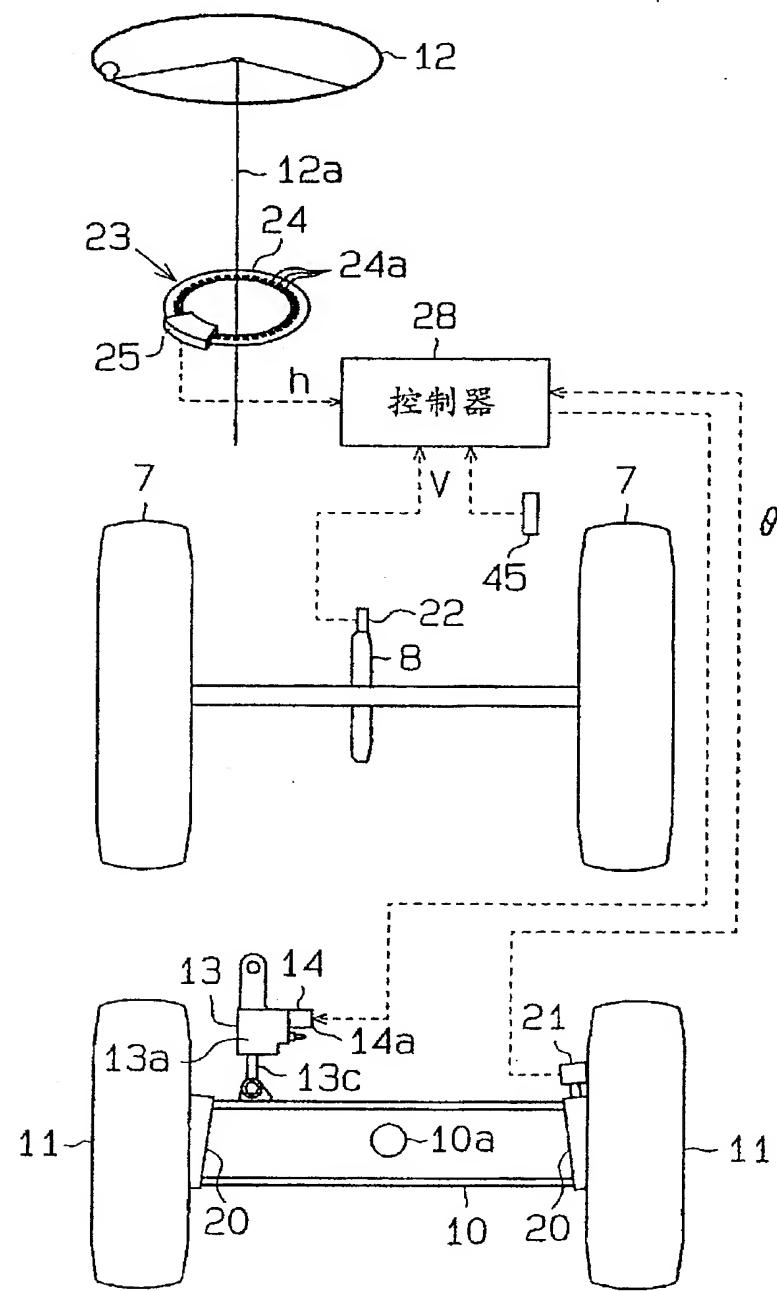


图 1

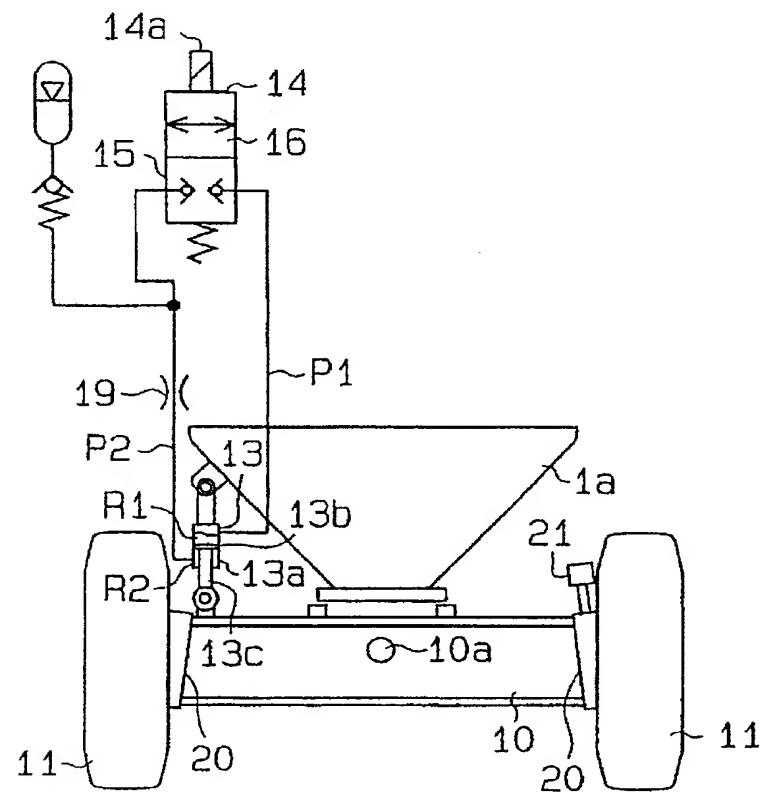


图 2

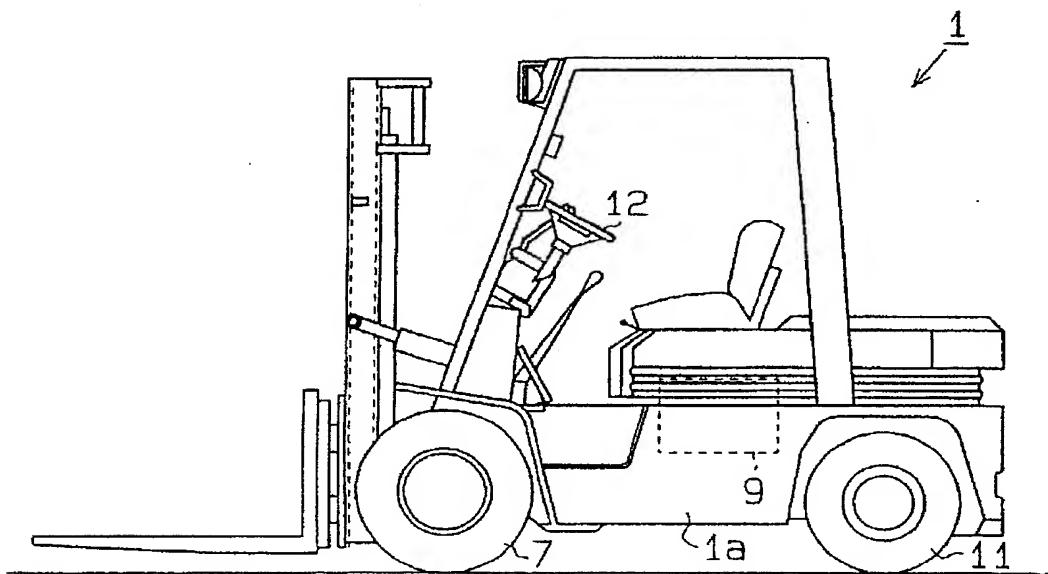


图 3

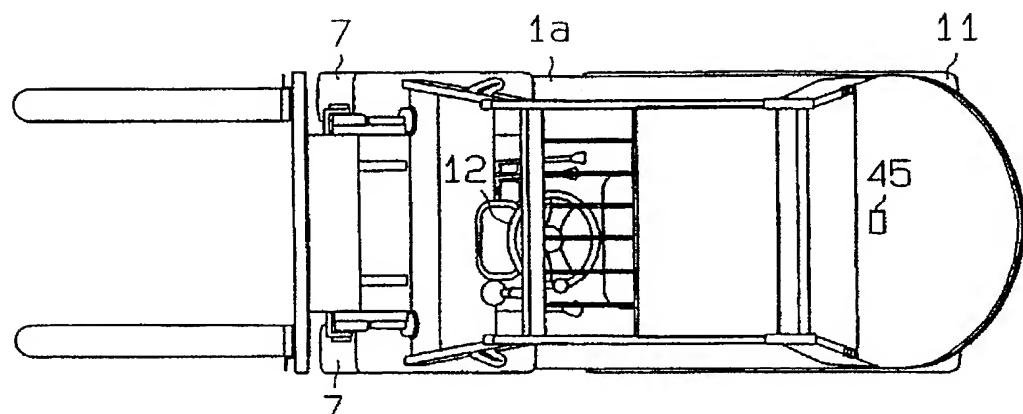


图 4

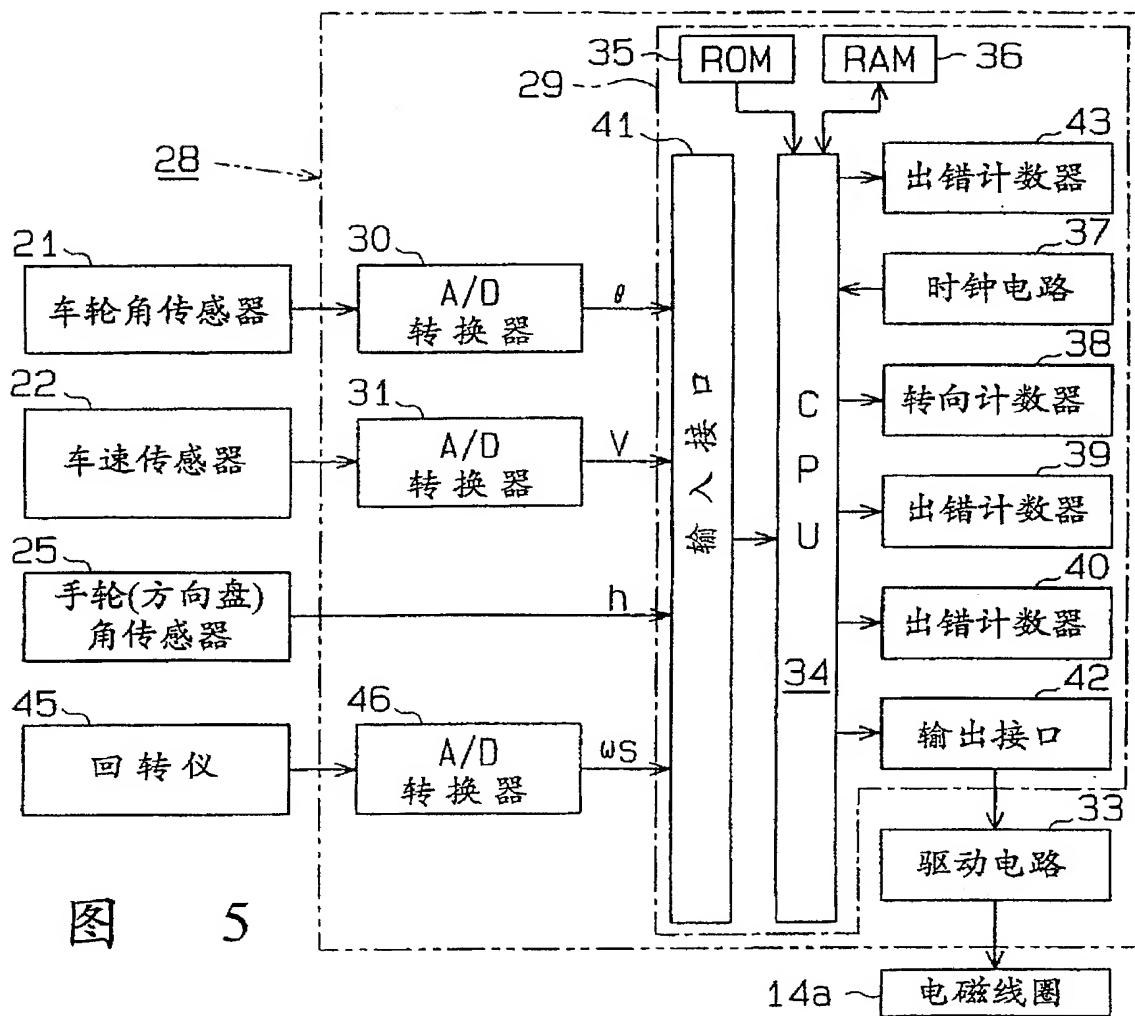


图 5

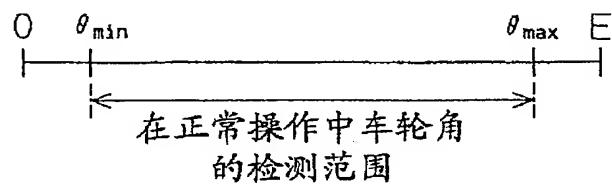


图 6

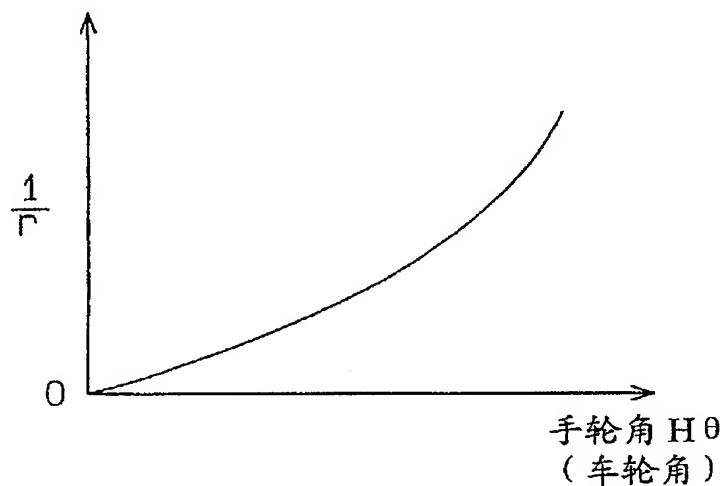


图 7

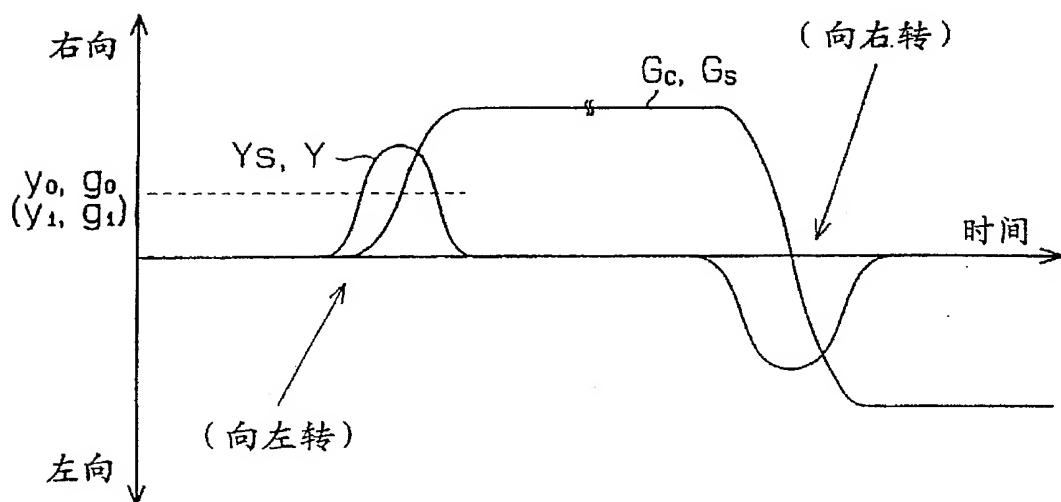


图 8

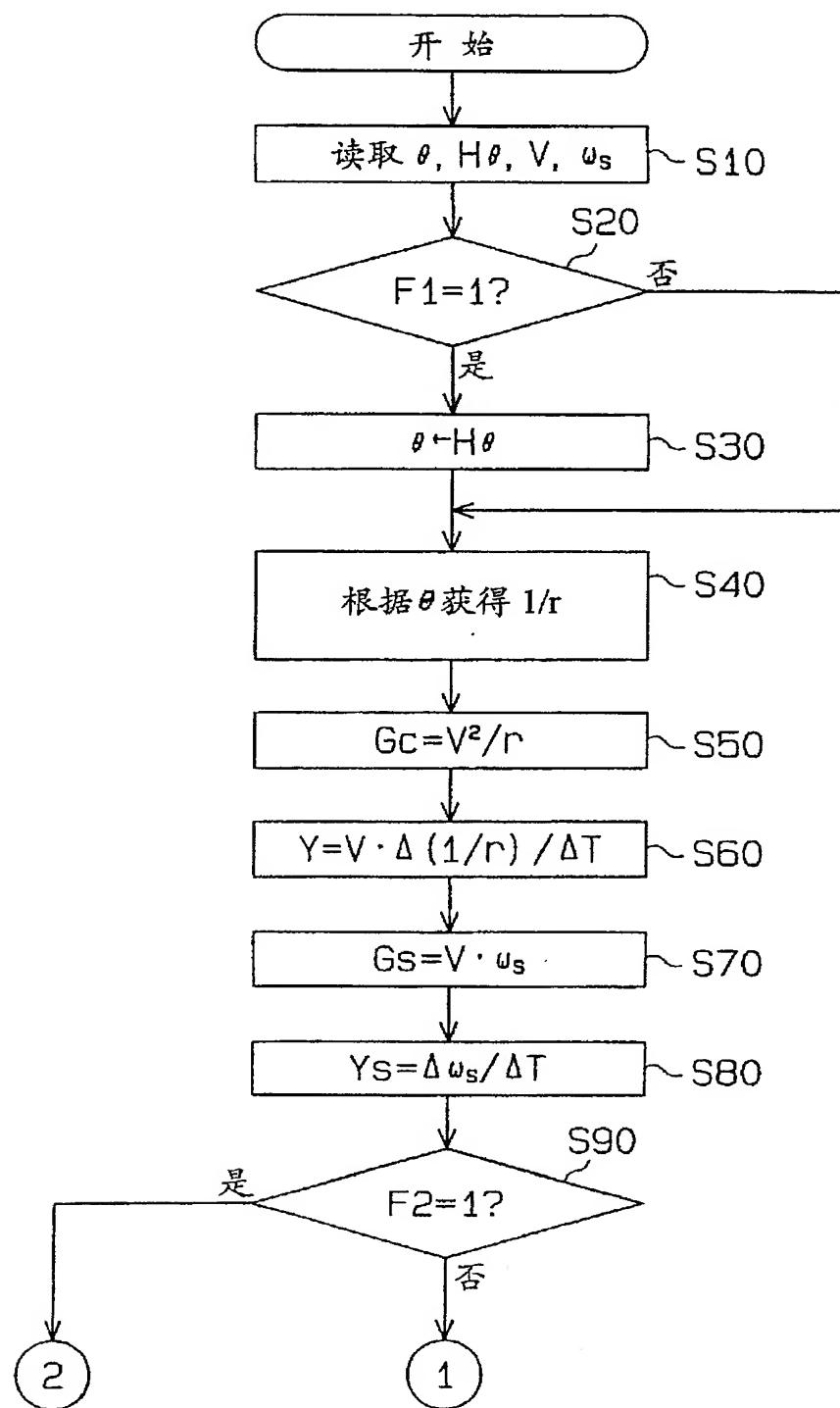


图 9

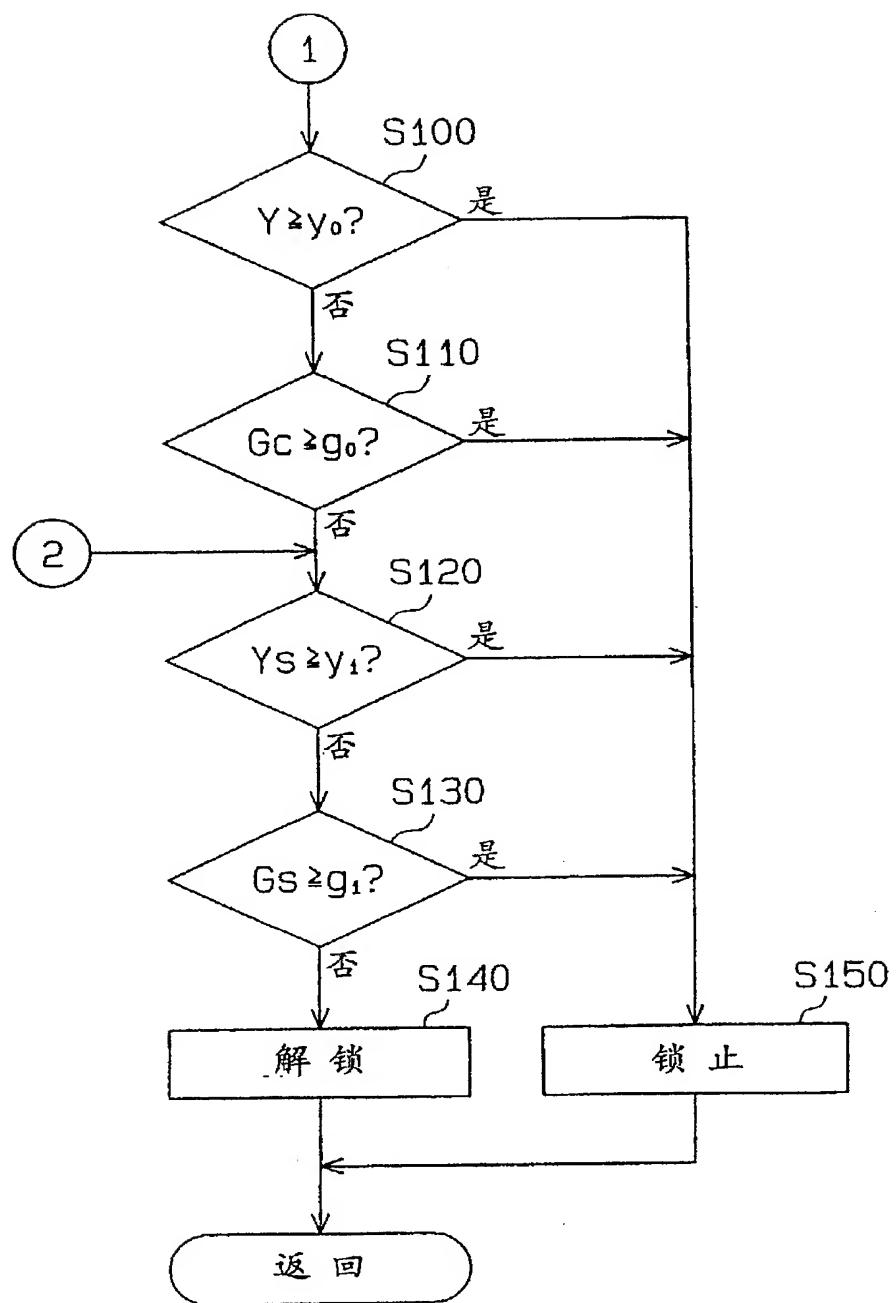


图 10

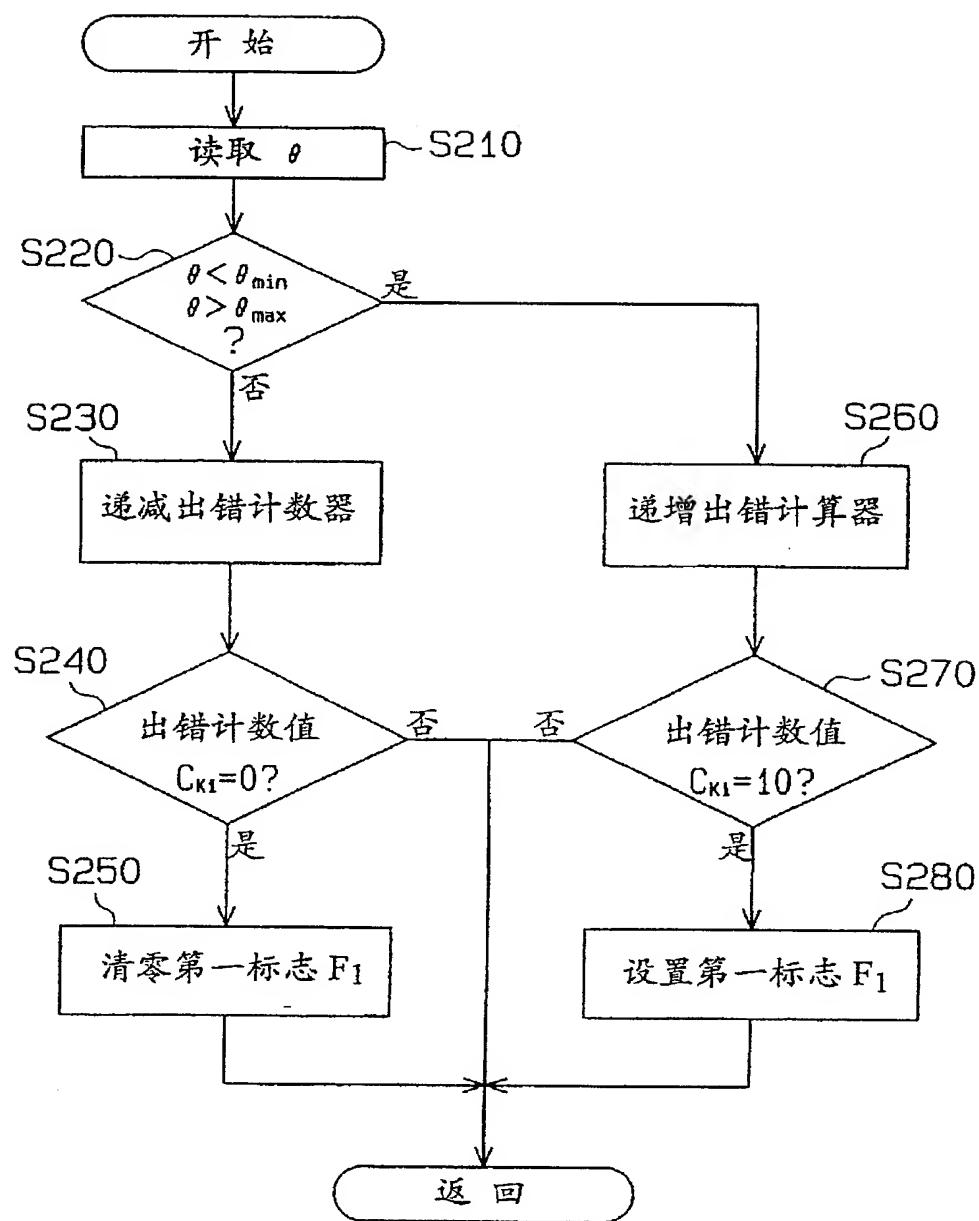


图 11

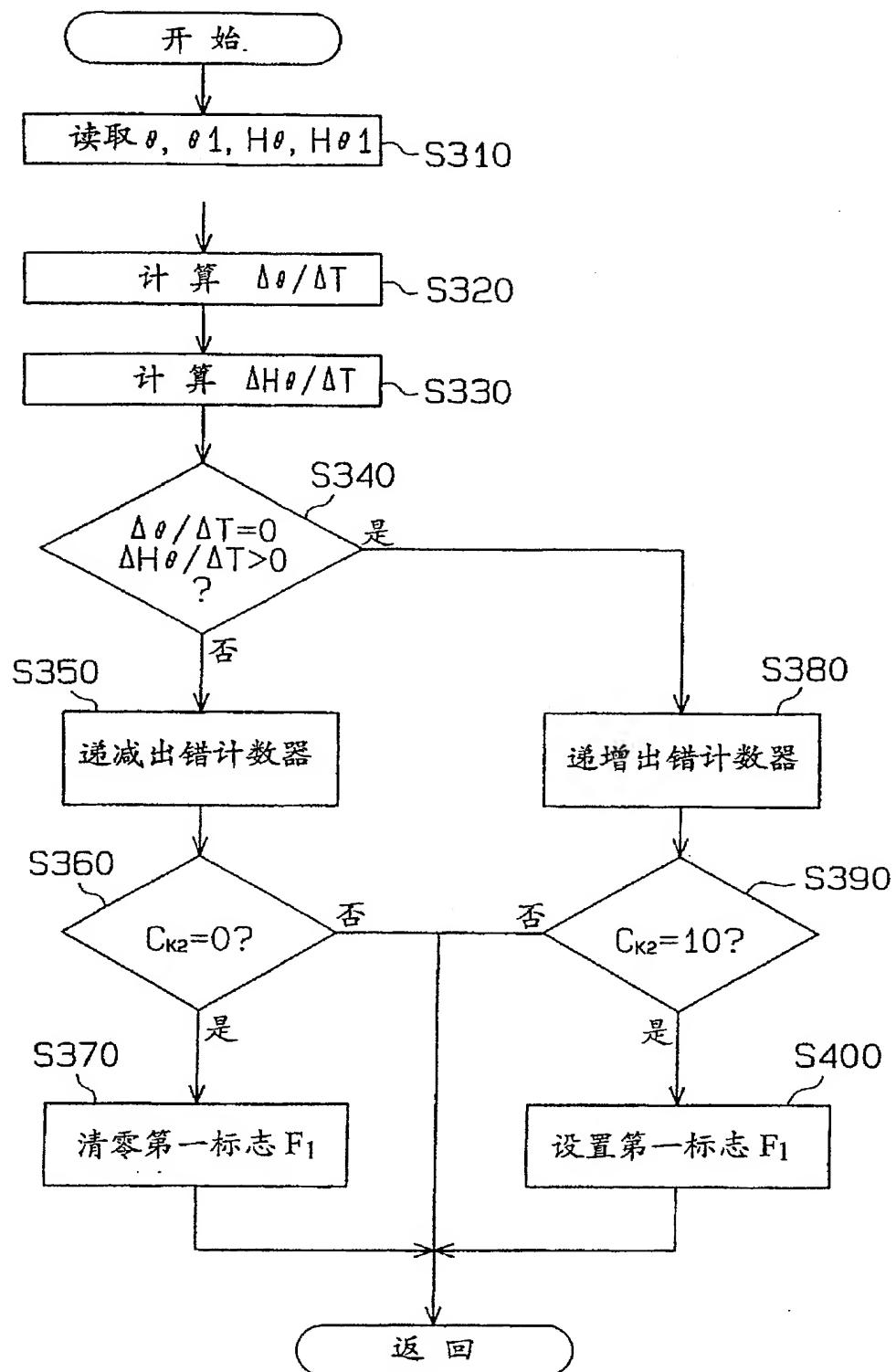


图 12

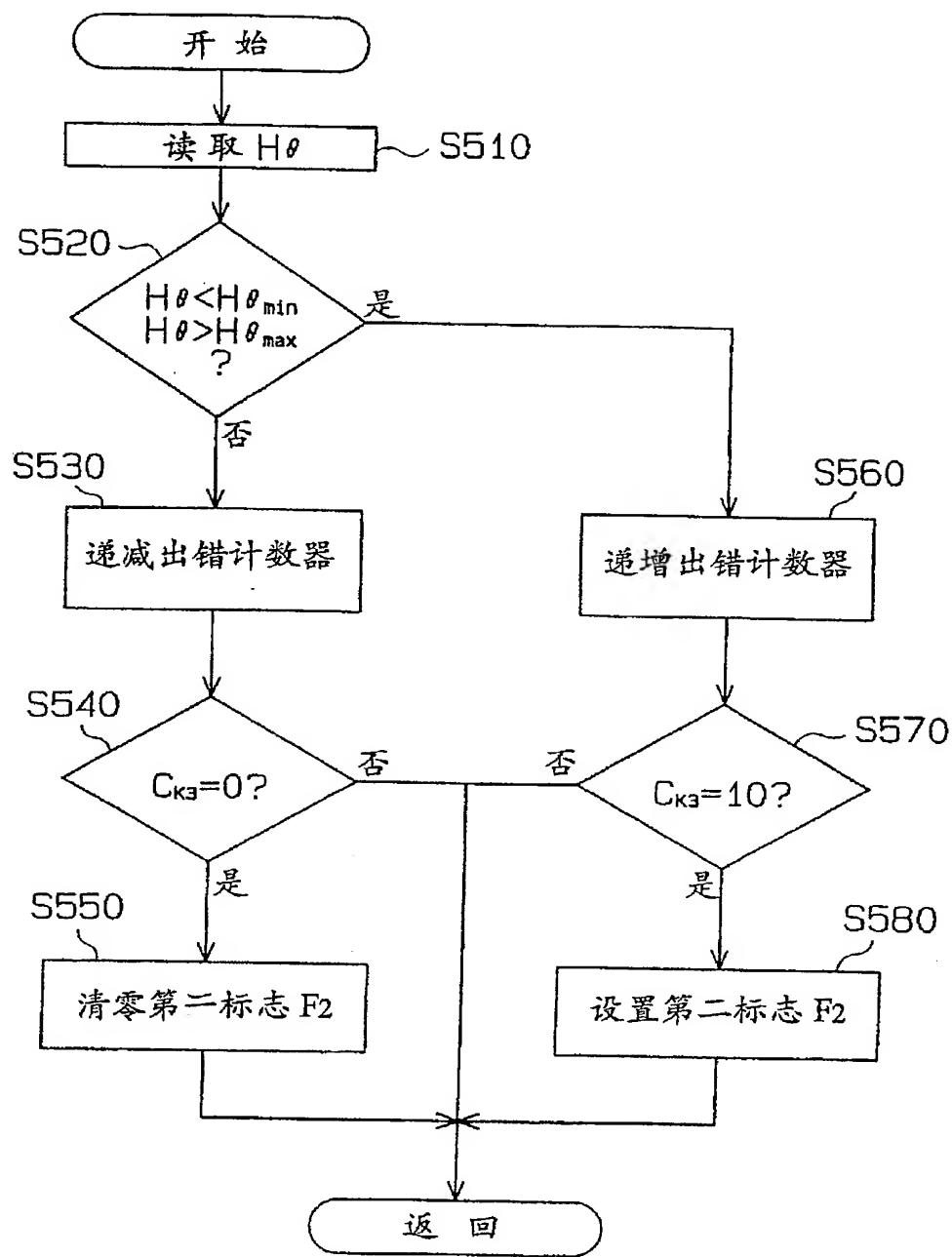


图 13

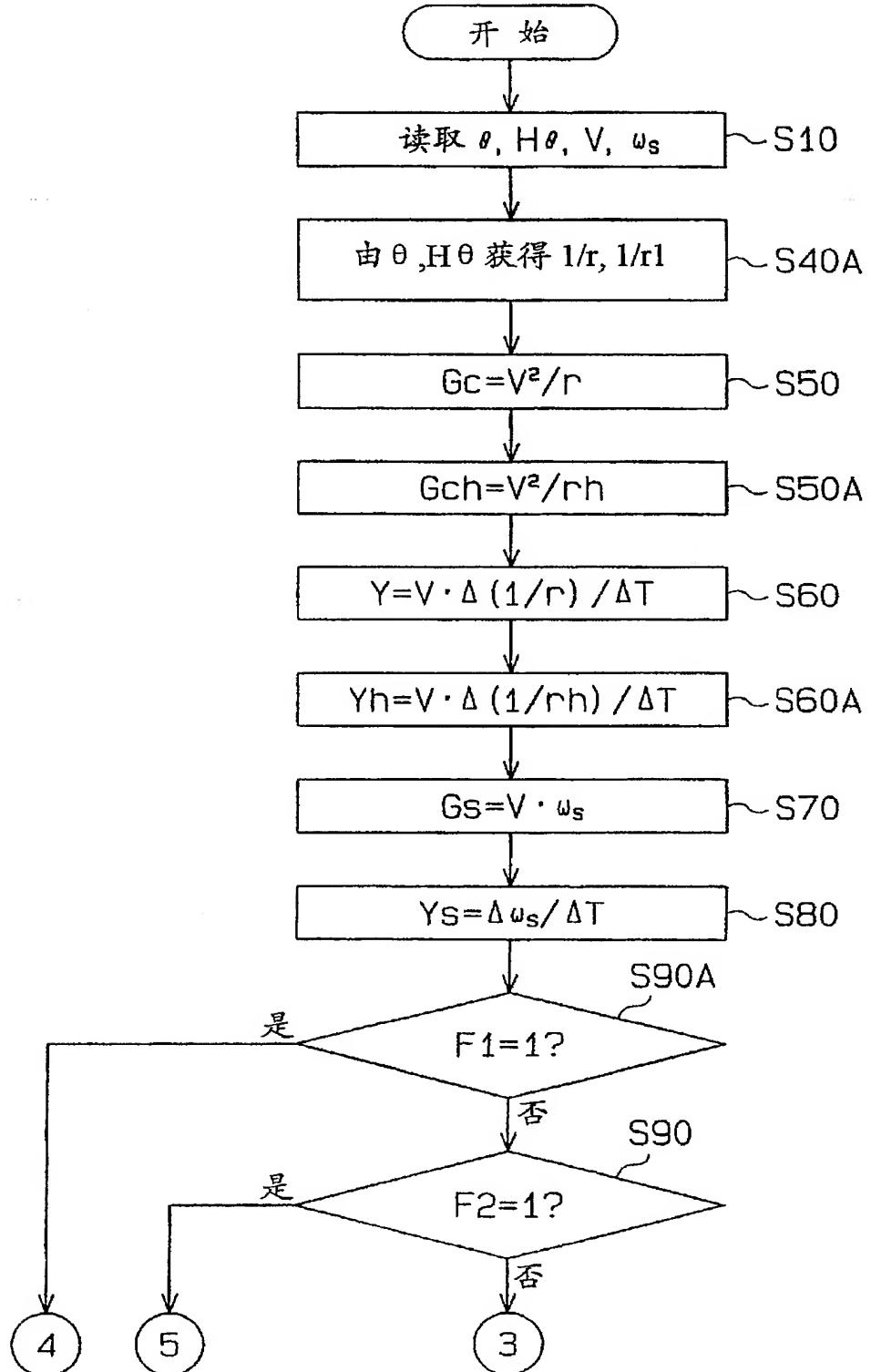


图 14

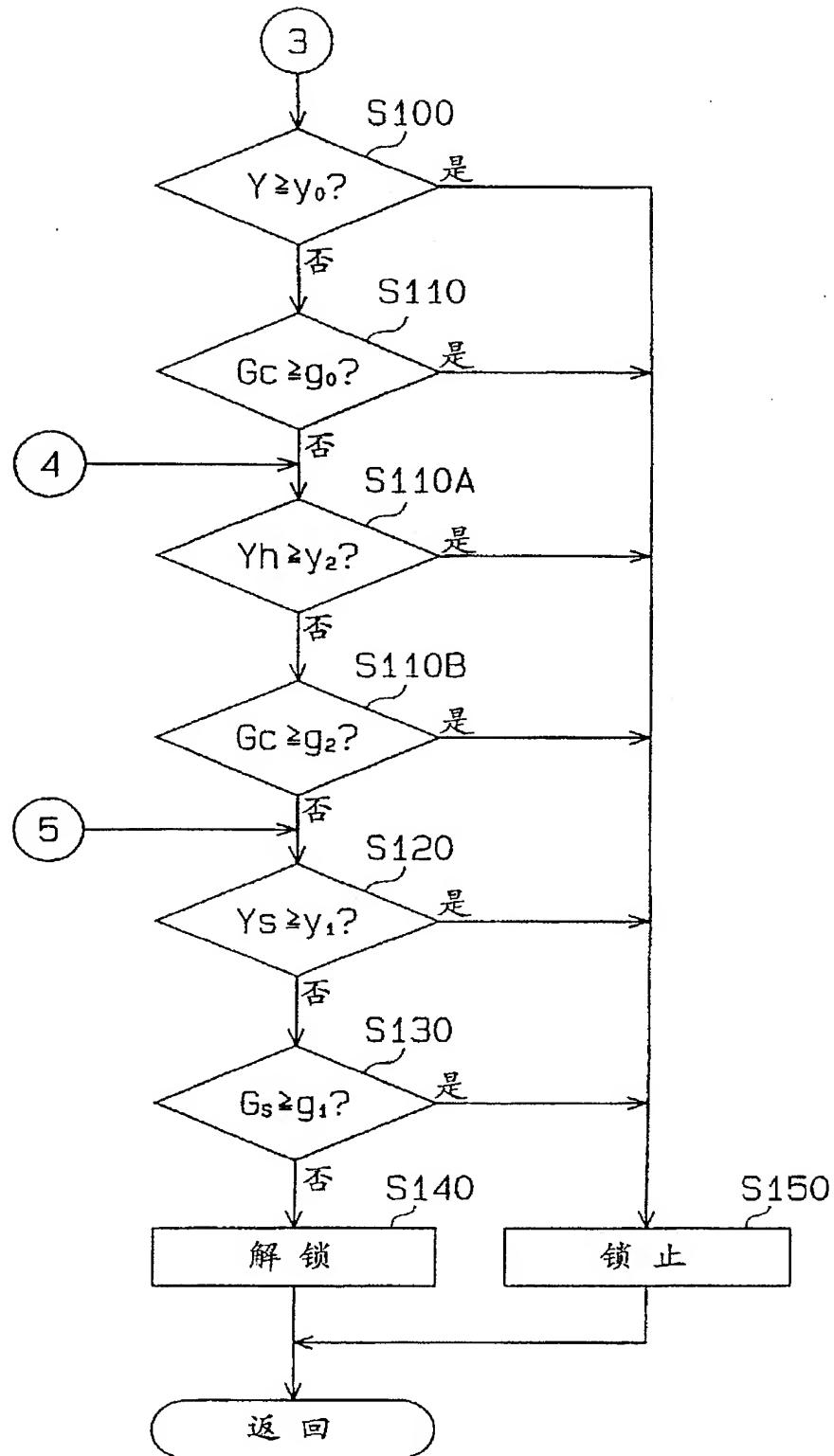


图 15

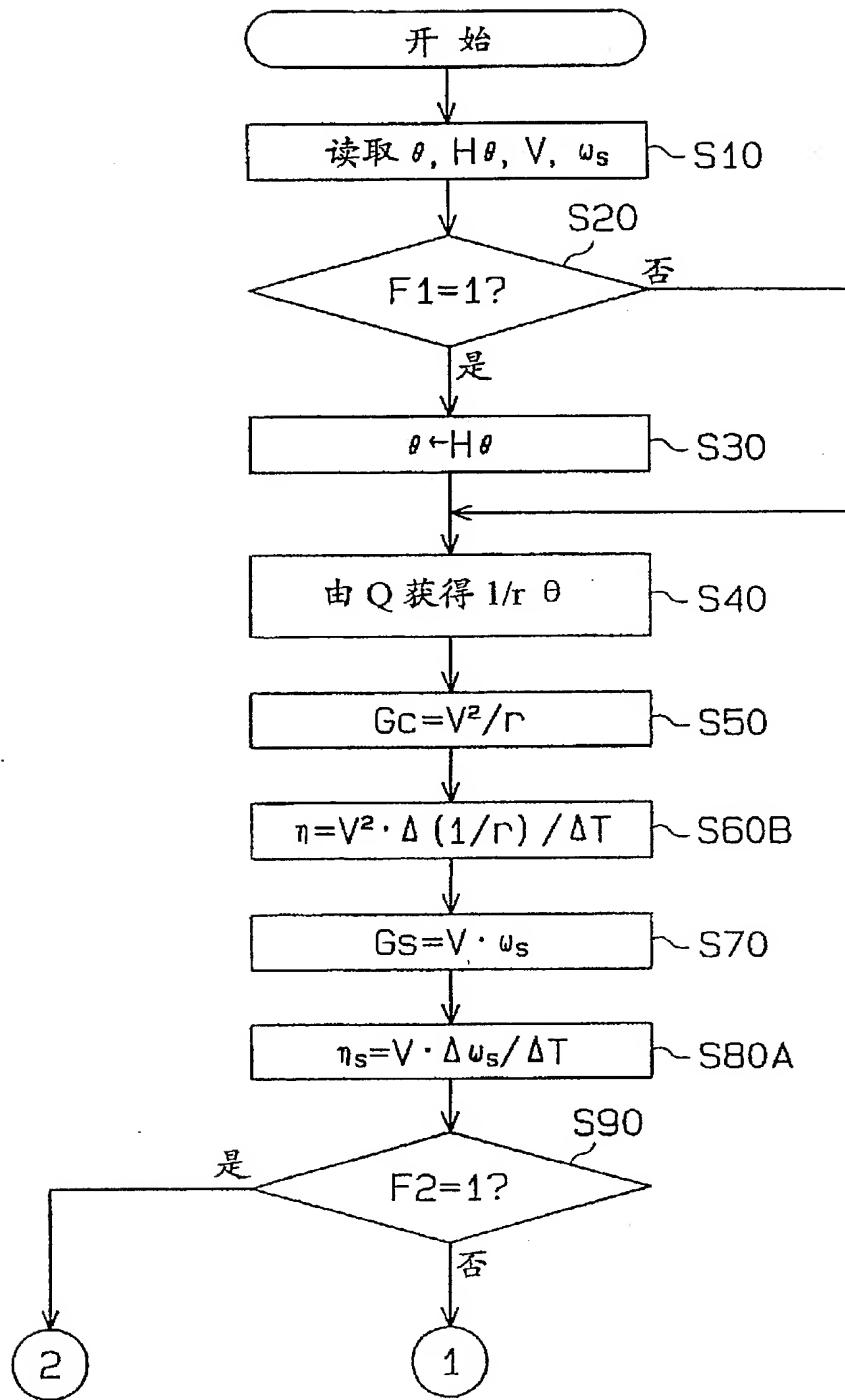


图 16

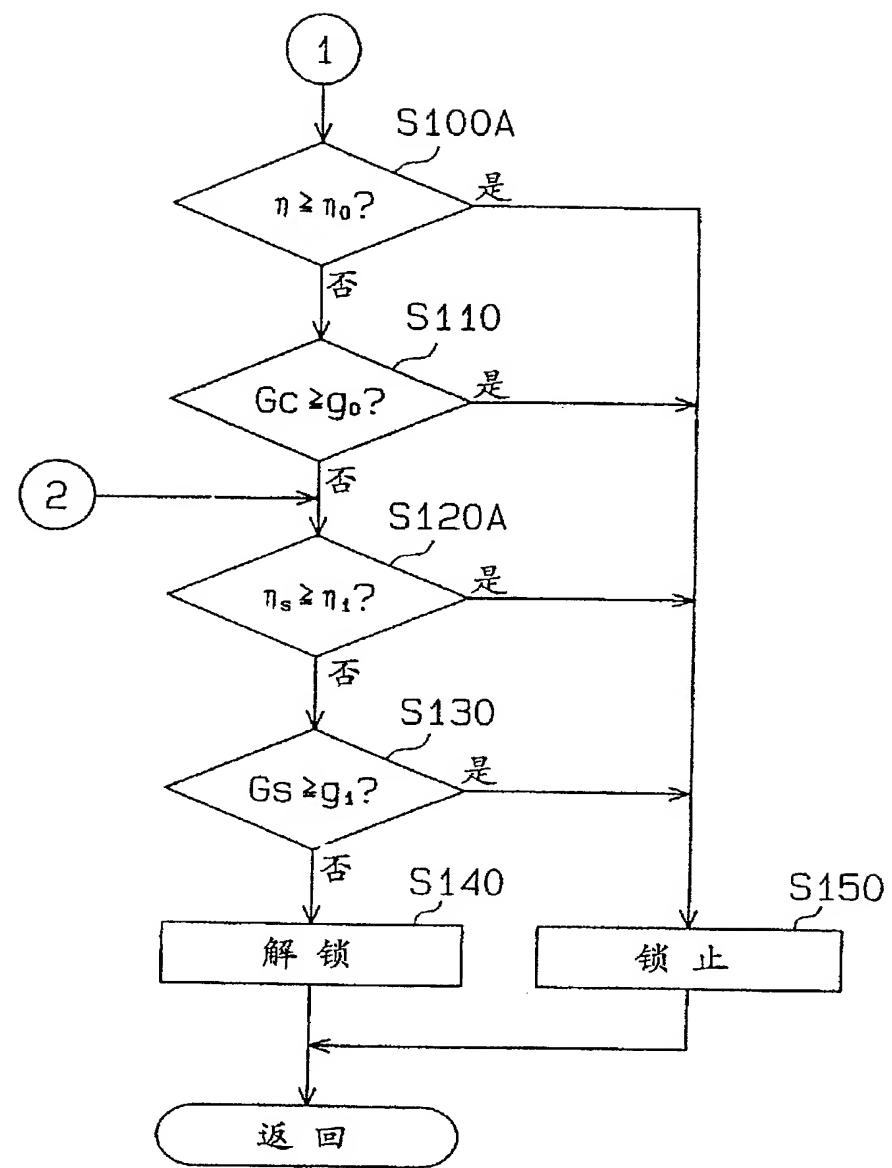


图 17